



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

---

**EFFECTO DEL ÁCIDO INDOL BUTIRICO EN LA PROPAGACIÓN DE PLÁTANO  
VAR. BELLACO (*Musa balbisiana* Colla) EN ECHARATE - LA CONVENCION.**

Guiscel Cutire Espinoza<sup>1</sup>; Juan Bautista Astorga Neira, Ph D. <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Investigadora agraria-UNA-Puno-Perú.

<sup>2</sup> Docente de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano.

---

**RESUMEN**

La presente investigación, se ejecutó bajo condiciones de invernadero en las instalaciones del proyecto Café – Echarate, de la Municipalidad del Distrito de Echarate, La Convención, Cusco, zona de Kepashiato, sector Pomoreni, entre los meses de febrero y marzo del año 2013, con el objeto de evaluar el efecto del Ácido Indol Butírico en la propagación vegetativa de plátano Var. Bellaco (*Musa balbisiana* Colla) Estableciendo como objetivos específicos determinar: 1) el efecto de tres dosis de AIB hormona enraizadora en el desarrollo vegetativo y enraizamiento, de hijuelos y los costos de producción utilizando la técnica de propagación por división de cormos. Luego de los análisis estadísticos y prueba de Tukey HSD al 5 % se concluye que el tratamiento que presento una mayor altura de plántula fue utilizando la dosis de 3.75 ml/l de AIB, con una longitud promedio de 31cm, produciendo además el mayor número de hojas por plántula.

Se obtuvo un mayor peso en fresco y seco de raicillas por plántula aplicando la dosis 2.5 ml/l de AIB con un promedio de 10.4 g y 5.44 g. en forma correspondiente.

En suma la dosis de Ácido Indol Butírico utilizando una dosis de 3.75 ml/l estimula el crecimiento de la parte aérea y en la dosis 2.5 ml/l presenta los mejores resultados en el enraizamiento, por lo que se recomienda su aplicación dentro de estos rangos de concentración para favorecer la propagación vegetativa de plátano, por división de cormos del plátano variedad bellaco en el ámbito de estudio. Referente al tiempo de producción de hijuelos, se estimó que la obtención de hijuelos con características adecuadas para su establecimiento en campo definitivo bajo condiciones experimentales fue de 63 días. Finalmente se estimó que el costo para la obtención de 1 hijuelo por el método de división de cormos es de s/. 1.60 soles por unidad y de s/. 2667.00 por hectárea, asumiendo un distanciamiento entre plantas de 2 m x 3 m, es inferior al costo comercializable actual de S/. 5.00 por hijuelo tradicional en el mercado local.

**Palabras clave:** Acido Indol Butírico, Bellaco, Reproducción, Cormos, Plátano.

---

## **1. INTRODUCCIÓN**

El cultivo del plátano, inicialmente originario del sudeste Asiático, tiene actualmente importancia mundial, por su fácil consumo y aporte nutricional principalmente como fuente de almidones y taninos. Al estado maduro, la pulpa contiene aproximadamente 70 % de agua, es rica en carbohidratos fácilmente digeribles, contiene un bajo porcentaje de proteínas y grasas pero es buena fuente de vitaminas A, B1, B2 y C. (Wilson y Figueroa 1992), este cultivo se desarrolla principalmente dentro de los trópicos del mundo. En el Perú se cultiva casi en toda la franja selvática de norte a sur, abarcando algo del 71.5 % de la superficie total estimada a nivel nacional (INIA, 2002).

Según el INIA (2002) en el Perú se cultivan alrededor de 152,275 ha de plátano y banano, con una producción total anual estimada para el año 2002 de 1'450,000 tn. El 71.5 % de las áreas de cultivo se localizan en la región selva, el 22 % en la costa norte (Piura y Tumbes) y un 6.5 % en otros departamentos del país. Aproximadamente el 90 % de la producción nacional se destina al autoconsumo y la diferencia es para la comercialización regional, nacional y exportación. El principal mercado de consumo es el departamento de Lima, que absorbe el 8 % de la producción total de la selva y costa norte. Actualmente, pequeños agricultores ubicados en Piura y Tumbes exportan banano orgánico, a los mercados de Estados Unidos y Europa, con un crecimiento significativo en los últimos tres años. En el año 2000 se exportaron 856 toneladas de plátanos a los Estados Unidos y en el 2002 estas subieron a 19,080 toneladas (1.3 % de la producción nacional) por un valor FOB de US\$ 8'761,049; hacia finales del 2002, las áreas certificadas de banano orgánico fueron 2,350 ha, con más de 3,000 agricultores involucrados en esta actividad y una demanda de 876,200 jornales al año, dedicados al manejo agronómico del cultivo que se caracteriza mayormente por utilizar prácticas culturales ineficientes y por el uso de semillas de baja calidad, que no conducen al máximo potencial de producción en racimos. La mayor parte de la producción no alcanza los estándares de calidad que demanda el mercado, principalmente el de exportación, donde el rango es variable y sólo un 30 a 50 % es calificado como fruta de primera, limitaciones que requieren ser solucionadas y son parte del presente trabajo de investigación.

## **2. METODO DE INVESTIGACIÓN**

### **MATERIAL EXPERIMENTAL**

El material experimental utilizado son Cormos de plátano bellaco (*Musa balbisiana* Colla), extraídas de plantas madre de aproximadamente un año de edad, que fueron cosechadas en el del sector de Pomoreni – Kepashiato que se encuentra a un kilómetro de distancia del vivero y el enraizador: ROOT- HOR (enraizante sintético).

### **METODOLOGÍA**

#### **Selección del material de propagación**

Se seleccionaron 10 plantas madre de plátano recién cosechados de la variedad bellaco (*Musa balbisiana* Colla) de una edad aproximada de un año, de buenas características botánicas y buen rendimiento, de una altura aproximada de 3 metros, siguiendo para ello las recomendaciones de

Martínez et al. (2002).

### **Selección de cormos para la división**

Se realizó siguiendo las indicaciones de Martínez et al. (2002) quienes recomiendan que a los cormos seleccionados, se les debe remover los restos de tierra con abundante agua, eliminando luego con un cuchillo las raíces y las partes del cormo que se encuentren afectados por plagas o microorganismos, además de la porción aérea (hojas y parte del pseudotallo), dejando solo una porción que permita sujetarlo con la mano.

Los cormos cosechados fueron separados de la parte foliar, de los pseudotallos y de raíces presentes, se seleccionaron los cormos con mayor número de yemas en dormancia y sin daños ocasionados por plagas, haciendo luego el lavado en agua limpia abundante.

### **División de cormos**

Para la división de cormos se hizo previamente la desinfección de las herramientas utilizadas para su seccionamiento, eligiendo las partes del cormo con yemas en dormancia situados en la parte dorsal, el seccionamiento de los cormos se hizo en piezas de 250 a 300 gr.

### **Desinfección**

Siguiendo las recomendaciones de Martínez et al. (2002) se preparó una solución de cloro y agua en una concentración de 5 ml por litro de agua, en el cual fueron sumergieron los cormos durante 3 minutos para su desinfección. De igual manera, las herramientas utilizadas para realizar los cortes fueron desinfectados con cloro antes de usarlos en el próximo corte.

Las porciones divididas fueron sometidas a un tratamiento preventivo contra presencia de plagas y enfermedades, mediante la inmersión de los cormos divididos en una solución fungicida de Pentacloro (20g/10 litros de agua), por un periodo de 24 horas.

### **Aplicación del enraizador**

Para el tratamiento con el enraizante se realizó la aplicación del producto comercial ROOT-HOR (enraizante sintético) en solución líquida, se empleó directamente por impregnación o adherencia de la solución a los cormos seccionados, sumergiéndolos en las soluciones preparadas con las dosis de enraizante correspondiente durante 5 minutos por tratamiento, de acuerdo a la recomendación del producto comercial, luego inmediatamente se aplicó sobre las heridas la pasta cicatrizante SANIX y se colocó en los embolsados con el sustrato preparado.

La preparación del producto ROOT-HOR (enraizante sintético) para plátano resultó de la mezcla del producto en dosis de ensayo, más dos litros de agua para todo los casos como se detalla: 0.0 ml /2 litros, 2.5 ml/2 litros, 5 ml/2 litros, 7.5 ml/2 litros respectivamente, cuyo equivalente en litros es: 0.0 ml/l, 1.25 ml/l, 2.5 ml/l, 3.75 ml/l (figura 21).

### **Sustrato**

El sustrato utilizado fue un suelo agrícola desinfectado por solarización y embolsado utilizando contenedores de color negro de 3 k.

### **Análisis de suelo**

Para el presente trabajo se tomaron muestras aleatorias de suelos de la parcela experimental para el análisis físico químico correspondiente, en el laboratorio de suelos de la UNSAAC – Cusco, los resultados se muestran en la **tabla 1**.

**Tabla 1.** Caracterización del suelo utilizando de procedencia sector: Pomoreni-Kepashiato La Convención

<b>1. Características físico químicas</b>					
<b>Mmhos/cm C.E.</b>	<b>pH</b>	<b>% M.Org</b>	<b>% N total</b>	<b>Ppm P2O5</b>	<b>Ppm K2O</b>
0.26	5.70	4.66	0.23	46.2	40
<b>2. textura</b>					
<b>% Arena</b>	<b>% Limo</b>	<b>% Arcilla</b>	<b>Clase textural</b>		
22	35	43	arcilloso		

Fuente: Laboratorio de suelos UNSAAC – k'ayra 2013.

### **Tinglado**

Las instalaciones utilizadas, que son de propiedad del Proyecto Café – Echarate, fueron cubiertos por tela zarán con regulación del 60 % de luz solar donde permanecieron las plantas durante 60 días.

### **Riego**

Se utilizó el sistema de riego por aspersión, instalado por el Proyecto distribuyendo la provisión de agua dos veces al día, en horas de la mañana y tarde en una secuencia diaria.

### **Variables en estudio.**

En la operacionalización de variables se determinó como variable independiente las dosis de AIB y como variables dependientes la respuesta en la ontogenia de los hijuelos.

Variable independiente

- Dosis de AIB en concentración de ml/l (mililitros de Root Hor/litro de agua)

Variables dependientes

- Altura de plántula en cm
- Número de hojas /plántulas en unidades
- Peso fresco de raíces en gramos
- Peso seco de raíces en gramos

### **TRATAMIENTOS**

Los tratamientos utilizados y las réplicas se muestran en la tabla 2.

**Tabla 2.** Clave de los tratamientos

<b>Clave</b>	<b>Tratamiento AIB</b>	<b>Repetición</b>
T1	1.25 ml/L	5
T2	2.5 ml/L	5
T3	3.75 ml/L	5
T4	0.0 ml/L	5

## Diseño experimental.

El experimento se condujo utilizando el diseño completamente al azar (DCA) con 4 tratamientos y 5 repeticiones, bajo condiciones de invernadero, haciendo un total de 20 unidades experimentales. Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico Statgraphics, adecuando los datos obtenidos en campo, que incluye el análisis de varianza (ANVA), determinando el coeficiente de variación y la separación de promedios o medias mediante la prueba de Tukey al 5 %.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}, \quad i = 1, 2, \dots, t; j = 1, 2, \dots, r_i$$

Dónde:

$X_{ij}$ : Es la variable de respuesta de la j-ésima observación sujeta al i-ésimo tratamiento.

$\mu$ : Media general o poblacional.

$\tau_i$ : Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

$\varepsilon_{ij}$ : Es el verdadero efecto aleatorio del error muestral en la j-ésima unidad experimental sujeta al i-ésimo tratamiento

**Tabla 3.** Análisis de varianza para DCA.

F. de V.	G.L.	
Tratamiento	t-1	4-1=3
Error experimental	T(r-1)	4(5-1)=16
Total	tr-1	4(5)-1 = 19

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION.

### Del medio experimental y material utilizado

Las condiciones ambientales durante la conducción del presente ensayo se consideran dentro del rango promedio del que ocurre en el distrito de Echarate, zona de Kepashiato sector de Pomoreni. Así mismo en cuanto a las características de los suelos son de naturaleza arcillosa (43 % arcilla), una tendencia ácida (pH 5.70) y un contenido de materia orgánica relativamente alta (4.66 %) y nitrógeno total relativamente bajo (0.23 %) que corresponde a los suelos superficiales del área, que recibe una carga adicional de humedad de las pendientes próximas. Debido a que el ensayo se condujo bajo condiciones de invernadero, el suelo utilizado como sustrato fue homogenizado con la única seguridad que podrá ser obtenido con características similares en caso de que el presente trabajo luego de su comprobación en el campo, pase a ser expandido utilizando el método de propagación vegetativa del plátano bellaco utilizando AIB, entre los agricultores de la región.

### Efecto del AIB hormona enraizadora en propagación de hijuelos de plátano

Para establecer el efecto de las dosis de AIB aplicado a los cormos extraídos de plantas jóvenes de plátano, establecidos en campo como un medio de propagación vegetativa se han determinado como variables de respuesta: 1) la altura de los hijuelos de plátano, 2) número de

hojas por hijuelo, 3) peso fresco de raíces de hijuelos, 4) peso seco de raíces de hijuelos, cuyos resultados y discusión se incluyen a continuación.

### 1. Altura de los hijuelos de plátano

Del análisis de varianza con 95 % de confianza, se concluye que la dosis de AIB suministrado a los cormos reproductivos de plátano influye ( $0.0001 < 0.05$ ) en la altura de planta, es decir la altura difiere según dosis utilizada.

La prueba de rangos múltiples para la altura de planta por dosis muestra que las medias de alturas de las plántulas provenientes de cormos tratados con AIB y el testigo se comportan como grupos homogéneos que varían entre 31 cm cuando los cormos fueron tratados con la solución de 3.75 ml/l hasta 25.5 cm en caso del testigo sin tratamiento de AIB.

La prueba de contraste de medias para la altura de plántulas por dosis muestra que las dosis de AIB de 2.5 ml/l y 3.75 ml/l generan una altura similar y que es superior a la altura generada con la aplicación de la dosis de 1.25 ml/l y el testigo estableciendo como el rango  $\pm 3.16155$  como el límite que separa los promedios de las alturas.

La **tabla 1**, presenta los cálculos de las medias para la altura de plántula por efecto de la dosis de AIB y los intervalos de confianza al 95 % mostrando el error estándar y los límites inferior y superior de las alturas de planta para los tratamientos en estudio, demostrando lo siguiente:

La altura de las plántulas sin ninguna dosis (testigo) alcanza un promedio de 25.2 cm y fluctúa en el 95 % de los casos entre 23.6192 a 26.7808.

Con la aplicación de AIB a la dosis de 1.25 ml/l la altura promedio de la plántula es 25.2 cm y fluctúa en el 95 % de los casos entre 23.6192 a 26.7808.

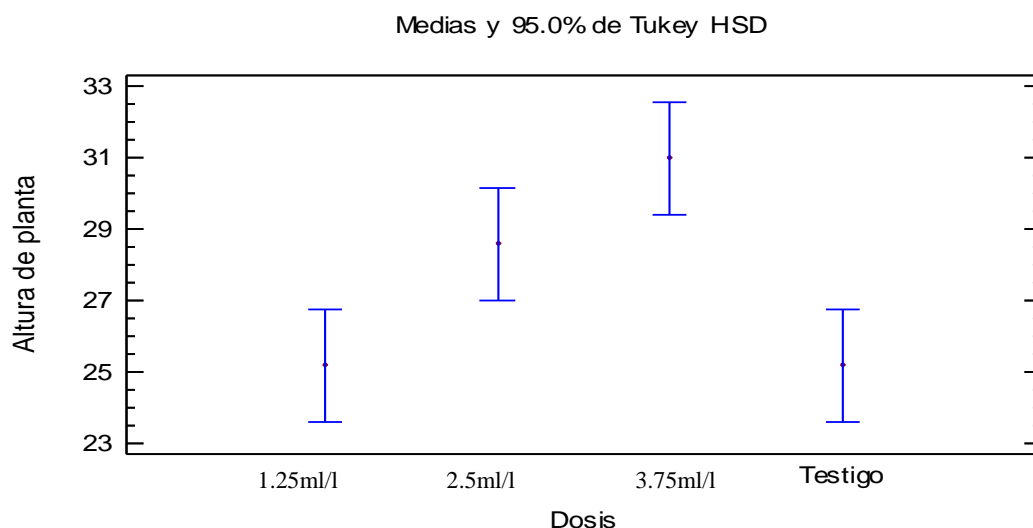
Aplicando la dosis de 2.5 ml/l de AIB la altura promedio de la plántula alcanza 28.6 cm y fluctúa en el 95 % de los casos entre 27.0192 a 30.1808.

Con la dosis de 3.75 ml/l de AIB la altura promedio de la plántula alcanza 31.0 cm y fluctúa en el 95 % de los casos entre 29.4192 a 32.5808.

**Tabla 1.** Medias para altura de planta por dosis con intervalos de confianza del 95.0%

Dosis	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
1.25 ml/l	5	25.2	0.781025	23.6192	26.7808
2.5 ml/l	5	28.6	0.781025	27.0192	30.1808
3.75 ml/l	5	31.0	0.781025	29.4192	32.5808
Testigo	5	25.2	0.781025	23.6192	26.7808
Total	20	27.5			

La **figura 1**, muestra los rangos de altura de plántulas de plátano alcanzados por efecto de la aplicación de las tres dosis de AIB (1.25 ml/l, 2.5 ml/l, 3.75 ml/l) frente al testigo sin aplicación de esta auxina de donde se desprende que los cormos de plátano aplicados con AIB en dosis 2.5 ml/l y 3.75 ml/l no difieren estadísticamente aunque exista una tendencia a una mayor altura utilizando la dosis más alta, en cambio la dosis más baja de AIB (1.25 ml/l) y el testigo producen las plántulas con menor altura y tienen un comportamiento similar.



**Figura 1.** Promedio de altura de plántula en cm por dosis de AIB

Los resultados del presente trabajo demuestran que las auxinas aplicadas si afectan positivamente al desarrollo de las plántulas de plátano por efecto incrementado de la dosis del AIB aplicado a los cormos de plátano, estos resultados relacionado con los hallazgos de Ticona (1996) quien en un ensayo de propagación de plátanos variedad morado en Puno – Perú, determina que el tamaño de hijuelo utilizado en la propagación vegetativa no se traduce en diferencias significativas en el desarrollo de plántulas, confirmando el efecto del AIB en dosis crecientes obtenidos en el presente ensayo en la inducción de un desarrollo incrementado de los cormos y el subsecuente desarrollo de plántulas, incluso en desmedro de la uniformidad de los cormos utilizados.

## 2. Numero de hojas por hijuelo de plátano

Del análisis de varianza con 95 % de confianza se concluye que la dosis de AIB suministrado a los cormos reproductivos de plátano no influye ( $0.1695 > 0.05$ ) en el número de hojas plántula, es decir el número de hojas no difiere por la dosis utilizada.

La prueba de rangos múltiples para de número de hojas por dosis muestran que las medias del número de hojas de las plántulas proveniente de los cormos tratados con AIB y el testigo se comportan como grupos homogéneos que varían entre 4.2 hojas cuando los cormos fueron tratados con una solución de 2.5 ml/l hasta 2.8 hojas en el caso del testigo sin tratamiento.

El contraste de medias calculado para el numero de hojas por plántula por dosis muestra que tanto el testigo como la aplicación de AIB en las dosis de 1.25 ml/l, 2.5 ml/l y 3.75 ml/l generan un número similar de hojas, estableciendo como el rango de  $\pm 1.855$ .

La **Tabla 2**, presenta los cálculos de las medias para el numero de hojas por plántula por efecto de la dosis de AIB y los intervalos de confianza al 95.0 % mostrando el error estándar y los limites inferior y superior del número de hojas por plántula para los tratamientos en estudio demostrando lo siguiente:

El número de hojas por plántula en el testigo sin ninguna dosis de AIB alcanza un promedio de 2.8 hojas por plántula y fluctúa en el 95 % de los casos entre 1.8725 a 3.7275.

Con la aplicación de AIB a la dosis de 1.25 ml/l el número promedio de hojas de las plántulas alcanza 3.4 y fluctúa en el 95 % de los casos entre 2.4725 a 4.3275.

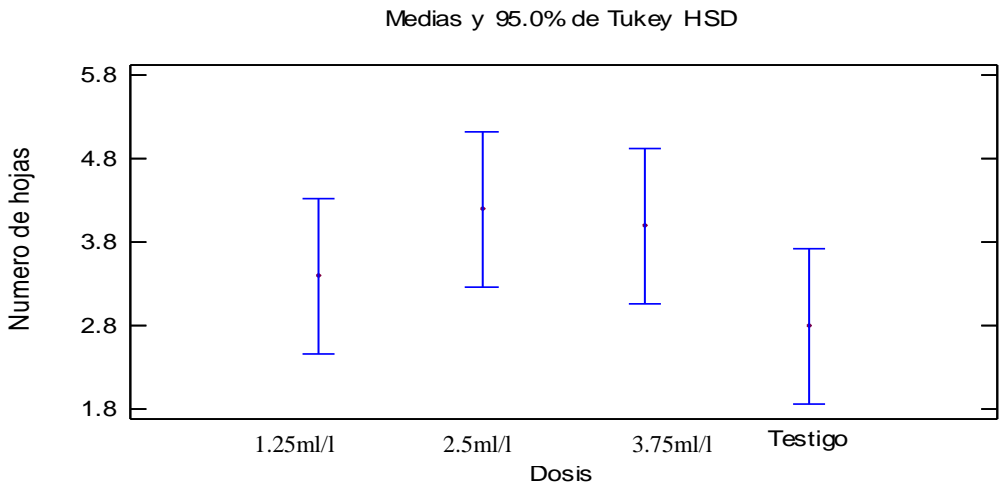
Aplicando la dosis de 2.5 ml/l de AIB el número de hojas alcanza en promedio de 4.2 y fluctúa en el 95 % de los casos entre 3.2725 a 5.1275.

Con la dosis de 3.75 ml/l de AIB el número de hojas promedio de la plántula alcanza 4.0 y fluctúa en el 95 % de los casos entre 3.0725 a 4.9275.

**Tabla 2.** Medias para número de hojas por dosis con intervalos de confianza del 95.0%

Dosis	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
1.25 ml/l	5	3.4	0.458258	2.4725	4.3275
2.5 ml/l	5	4.2	0.458258	3.2725	5.1275
3.75 ml/l	5	4.0	0.458258	3.0725	4.9275
Testigo	5	2.8	0.458258	1.8725	3.7275
Total	20	3.6			

La **figura 2**, muestra los rangos de número de hojas por plántula de plátano alcanzados por efecto de la aplicación de las tres dosis de AIB (1.25 ml/l, 2.5 ml/l, 3.75 ml/l) frente al testigo sin aplicación de esta auxina de donde se desprende que los cormos de plátano aplicados con 1.25 ml/l, 2.5 ml/l y 3.75 ml/l de AIB no difieren estadísticamente, aunque existe una tendencia al mayor número de hojas utilizando dosis intermedias más altas en cambio dosis más bajas y el testigo producen menor número de hojas, sin embargo muestran un comportamiento estadísticamente similar.



**Figura 2.** Promedio de número de hojas por dosis de AIB

Los resultados del presente estudio están en concordancia con lo reportado por Vásquez (2009) quien menciona que el efecto combinado de arena media y las dosis de AIB, influyen sobre el porcentaje de enraizamiento y longitud de la planta y por otra parte Rojas (2006) indica que el plátano es una hierba perenne de gran tamaño que carece de un tronco verdadero, en su lugar posee vainas foliares que se desarrollan formando estructuras llamadas pseudotallos, similares a fustes verticales de hasta 30 cm de diámetro basal que no son leñosos y alcanzan los 7 m de altura, concluyendo que el desarrollo de hojas depende del órgano de reserva que es el pseudotallo razón por la que no recibe influencia significativa por parte de la auxina.



### 3. Peso fresco de raíces en hijuelos de plátano

Del análisis de varianza con 95 % de confianza se concluye que la dosis de AIB suministrado a los cormos reproductivos del plátano influye ( $0.0000 < 0.05$ ) en el Peso fresco de raíces, es decir el peso difiere según la dosis de AIB utilizada.

La prueba de rangos múltiples para peso fresco de raíces por dosis, demostraron que las medias del peso fresco de raíces de las plántulas proveniente de cormos tratados con AIB y el testigo se comportan como grupos homogéneos que varían entre 10.4 g cuando los cormos son tratados con una solución de 2.5 ml/l hasta 4.86 g en el caso del testigo sin tratamiento.

El cálculo de contraste de medias para peso fresco de raíces por dosis, muestra que las dosis de AIB 2.5 ml/l y 3.75 ml/l generan un peso fresco similar de raíces y que es superior al peso fresco de raíces generada con la aplicación de la dosis de 1.25 ml/l y el testigo, estableciendo como el rango  $\pm 1.84726$  como el límite que separa los promedios de los pesos.

La **tabla 3**, presenta los cálculos de las medias para el peso fresco de raíces por plántula por efecto de las dosis de AIB y los intervalos de confianza al 95.0 % mostrando el error estándar y los límites inferior y superior del peso fresco de raíces para los tratamientos en estudio demostrando lo siguiente:

El peso fresco de raíces promedio de la plántula testigo sin ninguna dosis de AIB alcanza un promedio de 4.86 g y fluctúa en el 95 % de los casos entre 3.93637 a 5.78363.

Con la aplicación de AIB a la dosis de 1.25 ml/l el peso fresco de raíces promedio por plántula es 5.62 g y fluctúa en el 95 % de los casos entre 4.69637 a 6.54363.

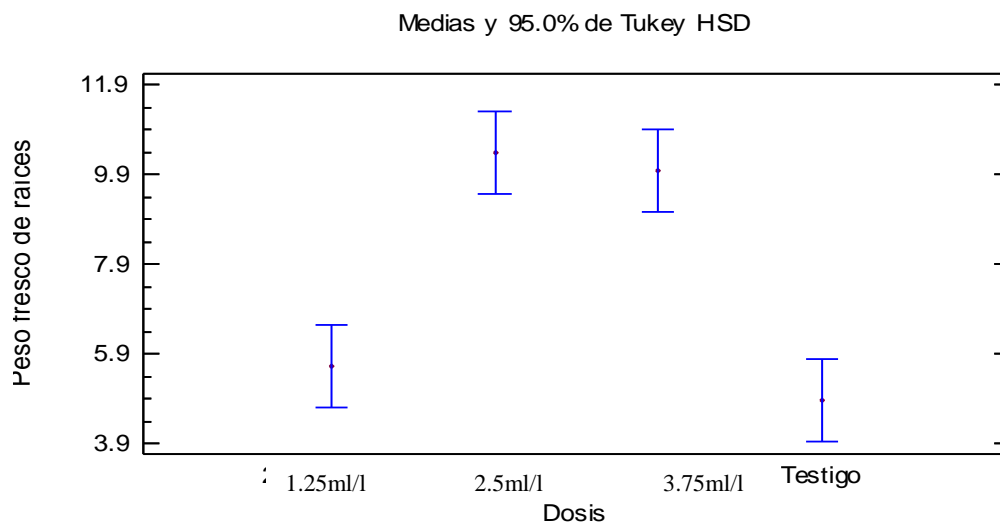
Aplicando la dosis de 2.5 ml/l de AIB el peso fresco de raíces promedio de la plántula alcanza 10.4 g y fluctúa en el 95 % de los casos entre 9.47637 a 11.3236.

Con la dosis de 3.75 ml/l de AIB el peso fresco de raíces de la plántula alcanza un promedio de 10.4 g y fluctúa en el 95 % de los casos entre 9.07637 a 10.9236.

**Tabla 3.** Medias para peso fresco de raíces por dosis con intervalos de confianza del 95.0%

Dosis	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
1.25 ml/l	5	5.62	0.456344	4.69637	6.54363
2.5 ml/l	5	10.4	0.456344	9.47637	11.3236
3.75 ml/l	5	10.4	0.456344	9.07637	10.9236
Testigo	5	4.86	0.456344	3.93637	5.78363
Total	20	7.72			

La figura 3 muestra los rangos de peso fresco de raíces de plántulas de plátano alcanzados por efecto de la aplicación de las tres dosis de AIB (1.25 ml/l, 2.5 ml/l y 3.75 ml/l) frente al testigo sin aplicación de esta auxina de donde se desprende que los cormos de plátano aplicados con AIB en dosis 2.5 ml/l y 3.75 ml/l no difieren estadísticamente aunque existe una tendencia a un mayor peso fresco de raíces utilizando la dosis más alta, en cambio la dosis más baja de AIB 1.25 ml/l y el testigo, producen plántulas con menor peso fresco de raíces y tienen un comportamiento similar.



**Figura 3.** Promedio de peso fresco de raíces en g por dosis de AIB

Las raíces procedentes del cormo tratado con AIB alcanzan un mayor peso fresco de donde se concluye que esta auxina sintética influye directamente en la producción de raíces cuando se aplica en dosis adecuadas y bajo condiciones óptimas para el desarrollo en vivero. Martínez (1998) al referirse a las raíces de las especies del genero *Musa* menciona que se originan en el cambium del cormo, formando grupos de 3 o 4, crecen horizontalmente y muy cerca de la superficie del suelo. Así mismo Puma (2010) en la investigación sobre el “efecto del Ácido Indol Butírico - AIB, en el enraizamiento de estacas de ruda (*Ruta graveolens* L.) bajo condiciones de invernadero e intemperie” concluye que AIB como hormona de enraizamiento tiene mejor resultado a dosis de 800 ppm para un rápido proceso de enraizamiento, siendo muy recomendable el uso de esta hormona artificial AIB.

#### 4. Peso seco de raíces en hijuelos de plátano

Del análisis de varianza, con 95 % de confianza se concluye que la dosis de AIB suministrado a los cormos reproductivos de plátano influye ( $0.0003 < 0.05$ ) en el peso seco de raíces, es decir que el peso difiere según la dosis de AIB utilizada.

La prueba de rangos múltiples de tukey para el peso seco de raíces de plántulas tratadas con AIB permiten afirmar que las medias de los pesos secos de raíces provenientes de cormos tratados con AIB y el testigo sin AIB se comportan como grupos homogéneos que promedian varían entre 5.44 g cuando fueron tratados con 2.5 ml/l de AIB, en cambio cuando los cormos que no fueron tratados es decir el testigo solo alcanzan un promedio de 2.272 g de peso seco de raíces.

El cálculo del contraste de medias para el peso seco de raíces por dosis, muestra que la dosis de AIB de 2.5 ml/l y 3.75 ml/l generan un peso similar y que es superior al peso generado con la aplicación de la dosis de 2.5 ml/l y el Testigo, estableciendo como el rango  $\pm 1.81484$  como el límite que separa los promedios de los pesos.

La **tabla 4**, presenta los cálculos de las medias para el peso seco de raíces por plántula por efecto de la dosis de AIB aplicada y los intervalos de confianza al 95.0 % mostrando el error estándar y los límites inferior y superior de los pesos de raíz por planta para los tratamientos en estudio demostrando lo siguiente:

Que el peso seco de raíces por plántula sin ninguna dosis de AIB (testigo) alcanza un promedio de 2.272 g y fluctúa en el 95 % de los casos entre 1.36458 a 3.17942.

Con la aplicación de AIB a la dosis de 1.25 ml/l el peso seco de raíces promedio de la planta es de 2.464 g y fluctúa en el 95 % de los casos entre 1.55658 a 3.37142.

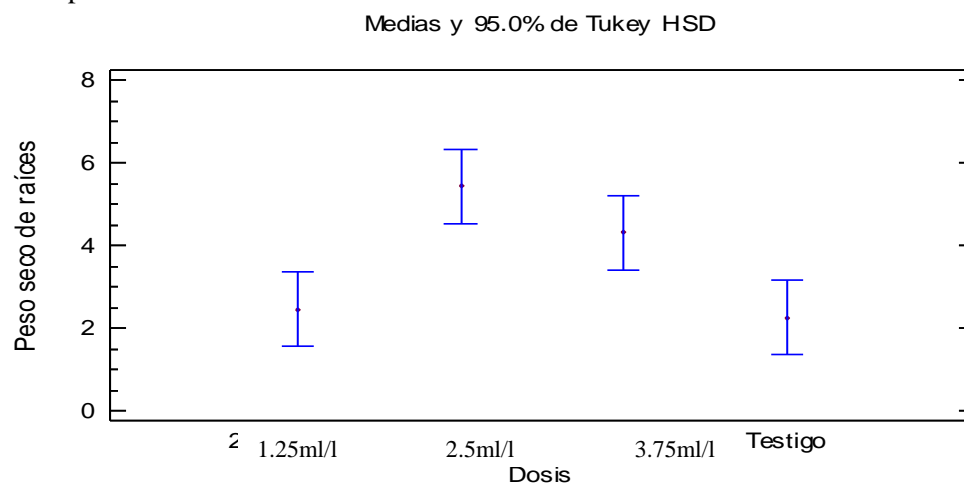
Aplicando la dosis de 2.5 ml/l de AIB el peso seco de raíces promedio de la planta alcanza 5.44 g y fluctúa en el 95 % de los casos entre 4.53258 a 6.34742.

Con la dosis de 3.75 ml/l de AIB el peso seco de raíces promedio de la plántula alcanza un promedio de 4.32 g y fluctúa en el 95 % de los casos entre 3.41258 a 5.22742.

**Tabla 4.** Medias para peso seco de raíces por dosis con intervalos de confianza del 95.0%

Dosis	Casos	Media	Error Est.	Límite Inferior	Límite Superior
1.25 ml/l	5	2.464	0.448336	1.55658	3.37142
2.5 ml/l	5	5.44	0.448336	4.53258	6.34742
3.75 ml/l	5	4.32	0.448336	3.41258	5.22742
Testigo	5	2.272	0.448336	1.36458	3.17942
Total	20	3.624			

La **figura 4** muestra los rangos de peso seco de raíces de plántulas de plátano alcanzados por efecto de la aplicación de las tres dosis de AIB (1.25 ml/l, 2.5 ml/l y 3.75 ml/l), frente al testigo sin aplicación de esta auxina, de donde se desprende que los cormos de plátano aplicados con AIB en dosis 2.5 ml/l y 3.75 ml/l no difieren estadísticamente aunque existe una tendencia a un mayor peso seco de raíces de plántulas utilizando la dosis de 2.5 ml/l, en cambio la dosis más baja de AIB 1.25 ml/l y el testigo producen las plántulas con menor peso seco de raíces y tienen un comportamiento similar.



**Figura 4.** Promedio de peso seco de raíces en g por dosis de AIB

De los resultados de peso fresco y peso seco de raíces producidos por las plántulas por efecto del uso de diferentes dosis de AIB, se puede inferir la superioridad del tratamiento de 2.5 ml/l de AIB para la producción de raíces, tanto en peso fresco (10.4 g) y seco (5.44 g) frente al testigo sin enraizador (4.86 – 2.27 g) respectivamente.

Al respecto Weaver (1990) menciona que los reguladores del crecimiento pueden modificar tanto el tipo de raíces como el número en que se produzcan. El IBA produce un sistema de

raíces fuertes y fibrosas, además tiene la capacidad de incrementar el índice de prolongación de los coleóptilos y tallos, influye también en otros procesos fisiológicos.

Al hacer la aplicación diferencial en dosis de AIB como señala la posología pre establecida de la auxina utilizada de 250 ml en 200 litros de agua de ROOT HOR, recomendado para hortalizas, resulto en un mayor peso de raíces por plántula, mas no resulto así con una mayor dosis a la recomendada en las instrucciones del producto, en consecuencia es posible concluir que esta auxina tiene un efecto similar en plantas herbáceas además, el mismo Weaver (1990) señala que a mayor concentración de auxina este se comporta como un inhibidor, lo cual es concurrente con los resultados del presente estudio.

## TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE HIJUELOS Y COSECHA DE PLATANO

**Tabla 5.** Tiempo de producción de hijuelos en vivero

<b>Periodo de manejo de hijuelos en vivero para 1 hectárea</b>	
<b>Actividad</b>	<b>Dias</b>
cosecha de cormos y división	8
elaboración y tratamiento de cormos para el embolsado	8
instalación de los embolsados en vivero	6
extracción de hijuelos del vivero a campo	60
<b>Tiempo Total</b>	<b>82</b>

El tiempo de producción de los hijuelos para fines de la presente investigación fue de 62 días incluyendo los días de cosecha de cormos en el campo, para la respectiva división y embolsado e instalación en vivero, pero para fines de cálculo de producción de plántulas para abastecer de plantas para 1 hectárea será de 82 días aproximadamente; el periodo excedente es debido a que se requiere mayor tiempo en el periodo de selección de cormos e instalación por la cantidad de material vegetativo a procesar que es variable según la intensidad de mano de obra.

Según la bibliografía revisada se estima que el tiempo requerido con el método de propagación por división de cormos es de 40 a 45 días para la siembra en campo (Martínez et al. 2002).

## COSTO DE PRODUCCIÓN DE HIJUELOS

**Tabla 6.** Costo de producción de hijuelos en vivero para una hectárea de cultivo de plátano

<b>CONCEPTO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>COSTO UNIT. S/.</b>	<b>TOTAL</b>
<b>A. Preparación de vivero</b>				<b>210.00</b>
Limpieza	Jornal	2	35.00	70.00
remoción de suelo	Jornal	2	35.00	70.00
preparación de sustrato	Jornal	2	35.00	70.00
<b>B. Embolsado</b>				<b>140.00</b>
Trozado	Jornal	2	35.00	70.00
Embolsado	Jornal	2	35.00	70.00
<b>C. Selección y cosecha de cormos</b>				<b>175.00</b>
cosecha de cormos	Jornal	3	35.00	105.00

lavado y desinfección	Jornal	2	35.00	70.00
<b>D. Manejo de plantas en vivero</b>				<b>1800.00</b>
Riego	Jornal	60	30.00	1800.00
<b>E. Materiales</b>				<b>169.50</b>
Bolsas	Ciento	17	6.00	102.00
Insecticida	Kilo	0.5	20.00	10.00
Cicatrizante	Kilo	1	15.00	15.00
Enraizador	Litro	0.5	85.00	42.50
<b>Suma (A+B+C+D+E)</b>				<b>2494.50</b>
<b>F. imprevistos (5%)</b>				<b>124.70</b>
<b>costo total</b>				<b>2619.20</b>
<b>costo por hijuelo</b>				<b>1.60</b>

Los costos estimados son para la obtención de hijuelos en una cantidad suficiente para una hectárea de cultivo a instalar, con un distanciamiento de 3 m x 2 m entre surcos y entre plantas respectivamente, que totaliza a 1667 plantas/hectárea.

El área que se requiere para la producción de esta cantidad de semilla es de 150 metros cuadrados.

Según análisis de costos de producción de hijuelos con la técnica de propagación por división de cormos resulta en soles a s/. 1.60 y puede oscilar hasta s/. 2.00 por unidad de plántula embolsada apta para campo definitivo, según Martínez et al. (2002) señalan que es evidente que la propagación comercial de las musáceas obedece sólo a métodos asexuales, existiendo sistemas o técnicas que varían esencialmente de acuerdo con el tipo y disposición de infraestructura, costos y capacitación técnica necesaria.

En la zona de Kepashiato se comercializan hijuelos extraídos directamente de campo cuyo costo en el mercado en soles es de s/. 5.00 hasta s/. 10.00 por unidad, dependiendo del tamaño y la cantidad.

#### a) Análisis de costo/beneficio

- Si se vende la unidad de plantón al precio de 1.60 que es el costo de producción por planta, el índice de rentabilidad es de 101.83 %, siguiendo los costos estimados y la producción de hijuelos incluidos en la tabla 22.

<b>COSTO TOTAL</b>	=	<b>2619.2</b>
Costo directo + costo indirecto		
<b>INGRESO TOTAL</b>	=	<b>2667.2</b>
Precio de plantones x rendimiento	=	1.60 x 1667
<b>BENEFICIO COSTO</b>	=	<b>1.02</b>
Ingreso total/costo total	=	2667.2 / 2519.2
<b>INDICE DE RENTABILIDAD</b>	=	<b>101.83%</b>
Beneficio costo x 100	=	1.02 x 100

- En cambio sí se vende cada plantón al precio de 5.00 que es el costo en el mercado tradicional de la zona, el índice de rentabilidad se eleva a 318.23 %.

Costo total	=	2619.2
Ingreso total	=	8335.0
Beneficio costo	=	3.18
Índice de rentabilidad	=	318.23 %

Según Kafka (1988) cuando la relación beneficio costo es negativo o menor a uno, indica que los ingresos son menores que los egresos lo cual permite deducir que el beneficio costo es negativo, cuando el beneficio costo es mayor a uno el proyecto es rentable, consecuentemente, se concluye que la propagación asexual de plátano en vivero con el método de propagación por división de cormos y el uso de auxina es rentable.

#### 4. CONCLUSIONES

Luego de la conducción del experimento y los análisis correspondientes se concluye lo siguiente:

- En la propagación por división de cormos del cultivo de plátano bellaco existe una respuesta positiva de las plántulas incrementando el regulador de crecimiento Ácido Indol Butírico (AIB), resultando que la dosis de 2.5 ml/l produce un mayor enraizamiento con un peso fresco de raíces de 10.4 g por plántula y 5.44 g de peso seco que trasciende con efectos relativamente positivos y cuantificables en la altura y el número de hojas por plántula.
- El tiempo de obtención de hijuelos por el método de propagación utilizando el método de división de cormos es de 63 días, tiempo variable de acuerdo a la edad de las yemas en dormancia escogidas e igualmente variable de acuerdo a la cantidad de hijuelos a procesar, alcanzando a un estimado de 82 días para una hectárea dependiendo de la intensidad de mano de obra utilizada.
- Para las condiciones agroclimáticas de la Ceja de Selva como el valle de La Convención se establece como una alternativa tecnológica, la propagación de hijuelos de plátano por división de cormos y aplicación de AIB, que demuestra ser rentable por su costo variable entre s/. 1.6 a s/. 2.0 soles por hijuelo producido, considerado como un precio accesible frente al costo actual de hijuelos producidos en chacras tradicionales cuyo costo es de 5 a 10 soles por unidad.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- FIGUEROA, R. Y WILSON, G. 1992.** Manual, El cultivo del plátano en el Perú Ediciones Fundeagro. Lima - Perú. 60 p.
- INIA - INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGRARIA. 2002.** Proyecto plátano y banano. Disponible en: [www.inia.gob.pe/platano/resumen.htm](http://www.inia.gob.pe/platano/resumen.htm). 1 p.
- KAFKA, F. 1988.** Teoría Económica e proyectos. Barcelona: Ediciones Norman S.A. 50 p.
- MARTÍNEZ, G.; TREMONT, O. y HERNANDEZ, J. 2002.** Manual Técnico para la Propagación de Musáceas, CENIAP/INIA, Maracay, UNEFM, Facultad de Agronomía, Coro, INIA/CIAE Yzacuy, San Felipe. 99 p. [gmartinez@inia.gov.ve](mailto:gmartinez@inia.gov.ve).
- MARTÍNEZ, A. 1998.** El cultivo del plátano en los llanos orientales. Manual instruccional No. 01. Convenio CORPOICA - PRONATTA, regional 8 Villavicencio Meta, Colombia. 56 p.
- PUMA, G. 2010.** Efecto del Ácido Indol Butírico en el enraizamiento de estacas de ruda (*Ruta graveolens* L.) bajo condiciones de invernadero e intemperie, Tesis Ing. Agrónomo Facultad de Ciencias Agrarias - UNA, Puno – Perú. 35 p.
- ROJAS, J. C. 2006.** Producción integrada del banano orgánico, INIA, Perú. 40 p. [jrojas@inia.gob.pe](mailto:jrojas@inia.gob.pe).
- TICONA, I. 1996.** Influencia del tamaño de hijuelo en la propagación de plátanos variedad morado, UNA, Dirección Universitaria de Investigación, Facultad de Ciencias Agrarias, Puno – Perú. 56 p.
- VÁSQUEZ, A. 2009.** Propagación Vegetativa de Caoba mediante enraizamiento de estaquillas juveniles en Cámaras de Sub irrigación en Pucallpa – Perú. Tesis Ing. Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Iquitos - Perú. 25 p.
- WEAVER, J. 1990.** Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura, Séptima reimpresión, editorial Trillas, México. 150 p.